

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number : 2001-324689
 (43) Date of publication of application : 22.11.2001

(51) Int.CI. G02B 26/10
 B41J 2/44
 G02B 13/24

(21) Application number : 2000-098015
 (22) Date of filing : 31.03.2000

(71) Applicant : RICOH CO LTD
 (72) Inventor : SUZUKI SEIZO
 ATSUMI HIROMICHI
 SAKAI KOJI
 AOKI MASAKANE

(30) Priority

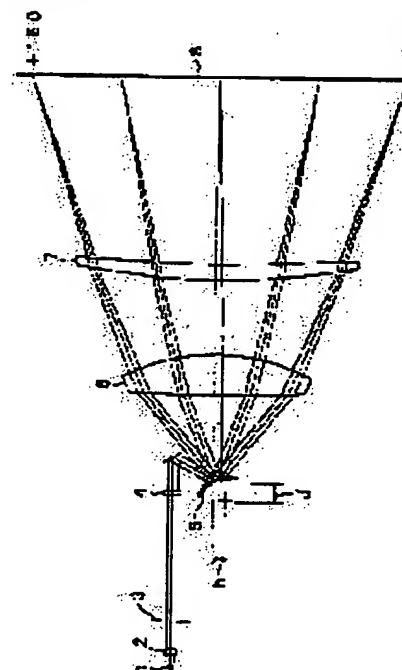
Priority number : 2000060065 Priority date : 06.03.2000 Priority country : JP

(54) MULTIBEAM SCANNING OPTICAL SYSTEM, MULTIBEAM SCANNING DEVICE, MULTIBEAM SCANNING METHOD AND IMAGE FORMING DEVICE

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To realize an excellent small-diameter light spot, the high degree of freedom in the layout of optical arrangement and excellent light utilization efficiency required for high speed scanning in multibeam scanning.

SOLUTION: This multibeam scanning optical system is provided with a 1st optical system 2 coupling plural beams from a light source side to succeeding optical systems, a 2nd optical system 4 forming the respective beams coupled by the 1st optical system into a line image long in a main scanning direction and separate from each other in a subscanning direction, a light deflector 5 having a deflecting reflection surface near a position where the line image is formed and deflecting the respective beams, and 3rd optical systems 6 and 7 condensing the respective beams deflected by the light deflector 5 onto a surface to be scanned 8 and forming the light spot separated from each other in the subscanning direction on the surface 8. When a pitch in the subscanning direction of a light emitting source in a light source 1 is defined as P1, the pitch of a pixel on the surface 8 is defined as P2 and a skip order is defined as m(≥ 1), they satisfy a condition: (1) $0.1 < P1/(m \cdot P2) < 1.0$.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-324689

(P2001-324689A)

(43)公開日 平成13年11月22日(2001.11.22)

(51)Int.Cl.⁷
G 0 2 B 26/10

識別記号

1 0 3

B 4 1 J 2/44
G 0 2 B 13/24

F I
G 0 2 B 26/10

13/24
B 4 1 J 3/00

テマコト(参考)
B 2 C 3 6 2
E 2 H 0 4 5

1 0 3 2 H 0 8 7

D

審査請求 未請求 請求項の数12 OL (全 13 頁)

(21)出願番号

特願2000-98015(P2000-98015)

(22)出願日

平成12年3月31日(2000.3.31)

(31)優先権主張番号 特願2000-60065(P2000-60065)

(32)優先日 平成12年3月6日(2000.3.6)

(33)優先権主張国 日本(JP)

(71)出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(72)発明者 鈴木 清三

東京都大田区中馬込1丁目3番6号・株式会社リコー内

(72)発明者 厚海 広道

東京都大田区中馬込1丁目3番6号・株式会社リコー内

(74)代理人 100067873

弁理士 横山 亨 (外1名)

最終頁に統く

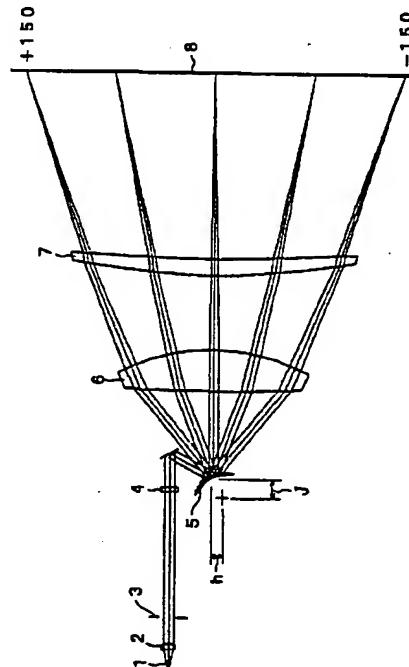
(54)【発明の名称】マルチビーム走査光学系・マルチビーム走査装置・マルチビーム走査方法および画像形成装置

(57)【要約】

【課題】マルチビーム走査において、小径で良好な光スポット、光学配置のレイアウトの大きな自由度、高速走査に必要とされる良好な光利用効率を実現する。

【解決手段】光源側からの複数ビームを以後の光学系にカップリングする第1光学系2と、この第1光学系によりカップリングされた各ビームを、主走査方向に長く、副走査方向に互いに分離した線像に結像させる第2光学系4と、線像の結像位置近傍に偏向反射面を有し、各ビームを偏向させる光偏向器5と、この光偏向器により偏向される各ビームを被走査面8に向けて集光し、被走査面上に、副走査方向に互いに分離した光スポットを形成する第3光学系6、7とを有し、光源1における発光源の副走査方向のピッチをP₁、被走査面上における画素ピッチをP₂、飛び越し次数をm(≥ 1)とするとき、これらが条件：

(1) $0.1 < P_1 / (m \cdot P_2) < 1.0$
を満足する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】光源側からの複数ビームを以後の光学系にカップリングする第1光学系と、この第1光学系によりカップリングされた各ビームを、主走査方向に長く、副走査方向に互いに分離した線像に結像させる第2光学系と、上記線像の結像位置近傍に偏向反射面を有し、各ビームを偏向させる光偏向器と、この光偏向器により偏向される各ビームを被走査面に向けて集光し、上記被走査面上に、副走査方向に互いに分離した光スポットを形成する第3光学系とを有し、光源における発光源の副走査方向のピッチをP₁、被走査面上における画素ピッチをP₂、飛び越し次数をm(≥1)とするとき、これらが条件：

$$(1) \quad 0.1 < P_1 / (m \cdot P_2) < 1.0$$

を満足することを特徴とするマルチビーム走査光学系。

【請求項2】請求項1記載のマルチビーム走査光学系において、

第3光学系の、中央像高での副走査方向の横倍率：βが、条件：

$$(2) \quad 0.5 < |\beta| < 1.5$$

を満足することを特徴とするマルチビーム走査光学系。

【請求項3】請求項1または2記載のマルチビーム走査光学系において、

第1光学系の焦点距離：f₁、第2光学系の副走査方向の焦点距離：f₂が、条件：

$$(3) \quad 1.5 < f_2 / f_1 < 5.0$$

を満足することを特徴とするマルチビーム走査光学系。

【請求項4】請求項1～3の任意の1に記載のマルチビーム走査光学系において、

飛び越し次数：mが1であることを特徴とするマルチビーム走査光学系。

【請求項5】請求項1～4の任意の1に記載のマルチビーム走査光学系において、

第1光学系のカップリング作用が、光源側からの複数ビームを各々、平行ビーム化するコリメート作用であることを特徴とするマルチビーム走査光学系。

【請求項6】光源装置からの複数ビームを、第1光学系により以後の光学系にカップリングし、カップリングされた各ビームを第2光学系により、主走査方向に長く、副走査方向に互いに分離した線像に結像させ、上記線像の結像位置近傍に偏向反射面を有する光偏向器により各ビームを偏向させ、各偏向ビームを第3光学系により、被走査面に向けて集光し、上記被走査面上に、副走査方向に互いに分離した光スポットを形成し、飛び越し次数：m(≥1)でマルチビーム走査を行うマルチビーム走査装置であって、

光源装置からの複数ビームを、被走査面上に導光して複数の光スポットを形成するマルチビーム走査光学系として、請求項1～5の任意の1に記載のマルチビーム走査

光学系を用いることを特徴とするマルチビーム走査装置。

【請求項7】請求項6記載のマルチビーム走査装置において、光源装置が半導体レーザアレイであり、第1光学系が、上記半導体レーザアレイからの複数ビームに共通であることを特徴とするマルチビーム走査装置。

【請求項8】請求項7記載のマルチビーム走査装置において、

10 第1光学系のカップリング作用がコリメート作用であることを特徴とするマルチビーム走査装置。

【請求項9】請求項6または7または8記載のマルチビーム走査装置において、

第2光学系がシリンドリカルレンズであることを特徴とするマルチビーム走査装置。

【請求項10】光源装置からの複数ビームを、第1光学系により以後の光学系にカップリングし、カップリングされた各ビームを第2光学系により、主走査方向に長く、副走査方向に互いに分離した線像に結像させ、上記線像の結像位置近傍に偏向反射面を有する光偏向器により各ビームを偏向させ、各偏向ビームを第3光学系により、被走査面に向けて集光し、上記被走査面上に、副走査方向に互いに分離した光スポットを形成し、飛び越し次数：m(≥1)でマルチビーム走査を行うマルチビーム走査方法であって、

請求項6～9の任意の1に記載のマルチビーム走査装置を用いて行うことの特徴とするマルチビーム走査方法。

【請求項11】感光媒体の感光面に光走査装置による光走査を行って潜像を形成し、上記潜像を可視化して画像を得る画像形成装置であって、

感光媒体の感光面の光走査を行う光走査装置として、請求項6～9の任意の1に記載のマルチビーム走査装置を用いたことを特徴とする画像形成装置。

【請求項12】請求項11記載の画像形成装置において、

感光媒体が光導電性の感光体であり、感光面の均一帯電と光走査装置の光走査とにより形成される静電潜像が、トナー画像として可視化されることを特徴とする画像形成装置。

40 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、マルチビーム走査光学系・マルチビーム走査装置・マルチビーム走査方法および画像形成装置に関する。

【0002】

【従来の技術】光走査装置は、デジタル複写装置や光プリンタ等の画像形成装置に関連して広く知られている。光走査装置による走査を高速化できる方法として、被走査面の複数走査線を同時走査する「マルチビーム方式」

50 が実現されつつある。例えば、光源として半導体レーザ

アレイを用い、各発光源からのビームを共通のカップリングレンズにより平行ビーム化し、各平行ビームをシリンドリカルレンズにより、副走査方向に収束させて、副走査方向に互いに分離し、主走査方向に長い線像として結像させ、線像の結像位置に偏向反射面を有する光偏向器により偏向させ、各偏向ビームを f_θ レンズにより被走査面に向けて集光し、被走査面上に副走査方向に分離した複数の光スポットを形成するものと考えてみると、副走査方向に関して、複数の発光源のピッチを P 、偏向ビームが f_θ レンズにより結像する像面上の光スポットのピッチを Q とすると、これらは、カップリングレンズの焦点距離 : f_1 、シリンドリカルレンズの副走査方向の焦点距離 : f_2 、 f_θ レンズの副走査方向の横倍率 : β と、以下の関係を満足する。

$$(4) \quad Q = P \left(f_2 / f_1 \right) | \beta |$$

被走査面上における画素ピッチ（隣接走査線間隔）を P_2 、マルチビーム走査における飛び越し次数を m とすると、 $Q = m \cdot P_2$ を満足する必要がある。所望の Q を実現するには、 $P_2, f_2, f_1, | \beta |$ を、(4) 式が満たされるように設定すれば良く、このような条件を満足するパラメータ : $P_2, f_2, f_1, | \beta |$ の組み合わせは種々存在するが、上記パラメータは全く自由と言う訳ではなく、各パラメータはそれぞれ規制を受ける。

【0003】焦点距離 : f_1 は、短すぎるとカップリングレンズの開口数が大きくなり、カップリングレンズの波面収差を良好に確保することができなくなるし、長すぎるとカップリングレンズで「ケラれる」光束が大きくなり、光走査に必要な光量を確保するのが難しくなる。また、焦点距離 : f_2 が短すぎると、シリンドリカルレンズが光偏向器に近づきすぎてレイアウトが難しくなり、また、ビーム整形用のアバーチュアの開口が小さくなり、被走査面側へ伝送される光量が少なくなる。焦点距離 : f_2 が長すぎると、カップリングレンズの光軸ずれや、シリンドリカルレンズの取付け公差の影響を受け易く、走査線の曲がり等が発生しやすい。横倍率 : β が小さすぎると、 f_θ レンズの曲率半径が小さくなるため特に周辺像高で、波面収差（特にタンジェンシャルコマ収差）を発生しやすくなり、スポット径を小径に絞ることが難しくなる。また、 f_θ レンズと被走査面との間隔が短くなり、光学配置のレイアウトに対する制約が大きくなる。横倍率 : β が大きすぎると、温度変動や取付け精度による「被走査面上での焦点ずれ（デフォーカス）」が発生しやすくなる。また一般に、 f_θ レンズが光偏向器の側に近づくため、入射ビームのビーム径が大きくなるので波面収差の影響を受け易くなり、スポット径を小さく絞ることが難しくなる。このように、マルチビーム走査において、被走査面上に光スポットの「所望のピッチ」を実現し、スポット径等の光学性能や光学系レイアウト条件を良好にするには、各光学系のパラメータを最適化する必要がある。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】この発明は、マルチビーム走査において、小径で良好な光スポット、光学配置のレイアウトの大きな自由度、高速走査に必要とされる良好な光利用効率の実現を課題とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】この発明のマルチビーム走査光学系は、第1光学系と、第2光学系と、光偏向器と、第3光学系とを有する。「第1光学系」は、光源側

10 からの複数ビームを以後の光学系にカップリングする光学系である。「第2光学系」は、第1光学系によりカップリングされた各ビームを、主走査方向に長く、副走査方向に互いに分離した線像に結像させる光学系である。

「光偏向器」は、線像の結像位置近傍に偏向反射面を有し、各ビームを偏向させる。「第3光学系」は、光偏向器により偏向される各ビームを被走査面に向けて集光し、被走査面上に、副走査方向に互いに分離した光スポットを形成する光学系である。光源における発光源の副走査方向のピッチ（発光源の副走査方向における配置間隔）を P_1 、被走査面上における画素ピッチ（隣接する走査線間の設計上の間隔）を P_2 、飛び越し次数を m

(≥ 1) とするとき、これらは条件：

$$(1) \quad 0.1 < P_1 / (m \cdot P_2) < 1.0$$

を満足する（請求項1）。第1光学系は「カップリングレンズ」として、第2光学系は「凸のシリンドリカルレンズもしくは凹のシリンドリカルミラー」として構成することができる。第3光学系は「1枚以上のレンズ」もしくは「1面以上の結像機能を持つ結像ミラー」あるいは「1枚以上のレンズと1面以上の結像ミラーとの組合せ」として構成することができる。画素ピッチは、例えば、走査密度を 1200 dpi とすると $21.2 \mu\text{m}$ となる。 $P_1 / (m \cdot P_2)$ が (1) 式の上限値 : 1.0 以上になると、光源と被走査面との間に全光学系の「副走査方向の横倍率」を小さくする必要があり、そのために副走査方向の正のパワーを大きくしなければならず、その結果、波面収差の劣化を招来しやすくなる。

また、(1) 式の下限の 0.1 以下になると、光源における発光源の副走査方向のピッチを小さくしなければならない。例えば、半導体レーザアレイにおいて、発光源のピッチがある程度（例えば $10 \mu\text{m}$ ）よりも小さくなると、隣接発光源間の熱クロストークや電気的クロストークの影響を受け易くなる。また、ビーム合成を行う光源装置の場合には、発光源相互の位置調整が難しくなる。

【0006】上記請求項1記載のマルチビーム走査光学系において、第3光学系の「中央像高での副走査方向の横倍率 : β は、条件 :

$$(2) \quad 0.5 < | \beta | < 1.5$$

を満足することが好ましい（請求項2）。「 β 」が

(2) 式の上限値 : 1.5 以上になると、温度変動や取

付け精度により、被走査面に対する光スポットのデフォーカスが発生しやすい。また、一般に第3光学系が光偏向器に近づくため第3光学系に入射する偏向ビームの光束径が大きくなり、波面収差の影響を受け易くなり、スポット径を小径に絞ることが難しくなる。「 β 」が

(2) 式の下限値：0.5以下になると、第3光学系の曲率半径が小さくなるため、特に周辺像高で波面収差（特にタンジェンシャルコマ収差）を発生しやすくなり、スポット径を小径に絞ることが難しくなる。また、一般に第3光学系と被走査面との間隔が短くなり、光学配置のレイアウトに対する大きな制約になる。

【0007】上記請求項1または2記載のマルチビーム走査光学系において、第1光学系の焦点距離： f_1 、第2光学系の副走査方向の焦点距離： f_2 は、条件：

$$(3) \quad 1.5 < f_2/f_1 < 5.0$$

を満足することが好ましい（請求項3）。(3)式の上限値：5.0以上になると、第1光学系の光軸ずれや、第2光学系の取付け公差の影響を受け易く、走査線の曲がり等が発生しやすくなる。(3)式の下限値：1.5以下になると、第2光学系の配置が光偏向器の干渉を受け易く、光学系のレイアウトが難しくなる。また、ビーム整形用のアーチュアの開口が小さくなり、被走査面側へ伝送される光量が少なくなる。請求項1～3の任意の1に記載のマルチビーム走査光学系において、飛び越し次数： m を1とすることができます（請求項4）。この場合、マルチビーム走査は所謂「隣接走査」である。隣接走査では、各ビームが第3光学系を走査する位置が副走査方向に互いに近接し、光軸に近くなるので、各像高間における走査線間のピッチ偏差が小さく、温度変動等の環境変動に起因する走査線ピッチの変動も小さい。上記請求項1～4の任意の1に記載のマルチビーム走査光学系において、第1光学系のカップリング作用を「光源側からの複数ビームを各々、平行ビーム化するコリメート作用」とすることができます（請求項5）。第1光学系のカップリング作用は、コリメート作用に限らず、光源側からの各ビームを「弱い発散性のビーム」とする作用でもよいし「弱い収束性のビーム」とする作用でもよい。しかし、請求項5記載の場合のように、第1光学系のカップリング作用をコリメート作用とすると、以後の光学系のレイアウトの制約が緩やかになる。

【0008】この発明のマルチビーム走査装置は「光源装置からの複数ビームを、第1光学系により以後の光学系にカップリングし、カップリングされた各ビームを第2光学系により、主走査方向に長く、副走査方向に互いに分離した線像に結像させ、線像の結像位置近傍に偏向反射面を有する光偏向器により各ビームを偏向させ、各偏向ビームを第3光学系により被走査面に向けて集光し、被走査面上に、副走査方向に互いに分離した光スポットを形成し、飛び越し次数： m （ ≥ 1 ）でマルチビーム走査を行うマルチビーム走査装置」であって、光源装

置からの複数ビームを、被走査面上に導光して複数の光スポットを形成するマルチビーム走査光学系として、請求項1～5の任意の1に記載のマルチビーム走査光学系を用いることを特徴とする（請求項6）。この請求項6記載のマルチビーム走査装置では、光源装置を「半導体レーザアレイ」とし、第1光学系を「半導体レーザアレイからの複数ビームに対して共通化する」ことができる（請求項7）。この場合、第1光学系のカップリング作用を「コリメート作用」とすることができる（請求項8）。上記請求項6または7または8記載のマルチビーム走査装置において、第2光学系を「シリンドリカルレンズ」とすることができる（請求項9）。

【0009】この発明のマルチビーム走査方法は「光源装置からの複数ビームを、第1光学系により以後の光学系にカップリングし、カップリングされた各ビームを第2光学系により、主走査方向に長く、副走査方向に互いに分離した線像に結像させ、線像の結像位置近傍に偏向反射面を有する光偏向器により各ビームを偏向させ、各偏向ビームを第3光学系により被走査面に向けて集光し、被走査面上に、副走査方向に互いに分離した光スポットを形成し、飛び越し次数： m （ ≥ 1 ）でマルチビーム走査を行うマルチビーム走査方法」であって、請求項6～9の任意の1に記載のマルチビーム走査装置を用いて行うことを特徴とする（請求項10）。この発明の画像形成装置は「感光媒体の感光面に光走査装置による光走査を行って潜像を形成し、潜像を可視化して画像を得る画像形成装置」であって、感光媒体の感光面の光走査を行う光走査装置として、請求項6～9の任意の1に記載のマルチビーム走査装置を用いたことを特徴とする

（請求項11）。この請求項11記載の画像形成装置において、感光媒体を光導電性の感光体とし、感光面の均一帯電と光走査装置の光走査とにより形成される静電潜像を「トナー画像」として可視化するよう構成できる（請求項12）。トナー画像は、シート状の記録媒体（転写紙や「OHPシート（オーバヘッドプロジェクタ用のプラスチックシート）等）に定着される。請求項11記載の画像形成装置において、感光媒体として例えば「銀塩写真フィルム」を用いることもできる。この場合、光走査装置による光走査により形成された潜像は通常の銀塩写真プロセスの現像手法で可視化できる。このような画像形成装置は例えば「光製版装置」あるいは「光描画装置」として実施できる。また請求項12記載の画像形成装置は、具体的にはレーザプリンタやレーザプロッタ、デジタル複写装置、ファクシミリ装置等として実施できる。

【0010】

【発明の実施の形態】図1に、この発明のマルチビーム走査装置の実施の1形態を示す。光源1は半導体レーザアレイであって、4つの発光源を等間隔で1列に配列したものである。この実施の形態では4つの発光源は、副

走査方向（図面に直交する方向）に配列しているが、半導体レーザアレイ1を傾け、発光源の配列方向が主走査方向に対して傾くようにしてもよい。4つの発光源から放射された4ビーム（発光源が互いに図面に直交する方向に配列されているので、4ビームは互いに重なりあっている）は、楕円形のファーフィールドパタンの長軸方向が主走査方向に向いた発散性の光束であるが、4ビームに共通の「第1光学系」であるカップリングレンズ2により、以後の光学系にカップリングされる。カップリングされた各ビームの形態は、以後の光学系の光学特性に応じ、弱い発散性の光束や弱い集束性の光束となることも、平行光束となることもできる。カップリングレンズ2を透過した4ビームは、アパーチュア3により「ビーム整形」され、「第2光学系」であるシリンドリカルレンズ4の作用により、それぞれ副走査方向に集束され、「光偏向器」であるポリゴンミラー5の偏向反射面近傍に、それぞれが主走査方向に長い線像として、互いに副走査方向に分離して結像する。偏向反射面により等角速度的に偏向された4ビームは「第3光学系」をなす2枚のレンズ6、7を透過し、被走査面8（実体的には感光媒体の感光面）上に、副走査方向に分離した4つの光スポットとして集光し、被走査面8の4走査線を同時に走査する。ビームの1つは、光走査に先立って「図示されない検出器」により検出され、検出結果に基づき、4ビームの書込開始タイミングが決定される。「第3光学

*系」は、光偏向器5により同時に偏向される4ビームを、被走査面8上に4つの光スポットとして集光させる光学系であって、2枚のレンズ6、7により構成される。

【0011】

【実施例】以下、図1に示した光学配置に関する具体的な実施例を2例挙げる。以下に挙げる各実施例における「第3光学系のレンズ面形状を特定するための表現式」を説明する。ただし、この発明の内容は以下の表現式に

10 限定されるものではない。レンズ面を表現するにあたり、レンズ面近傍における主走査方向の座標をY、副走査方向の座標をZとし、これらの原点を通るX方向を光軸に取る。レンズ面の一般式を、

$$f(Y, Z) = f_m(Y) + f_s(Y, Z) \quad (5)$$

とする。ここに、右辺第1項の $f_m(Y)$ は「主走査断面(X Y面)内の形状」を表し、第2項の $f_s(Y, Z)$ は、主走査方向における座標：Yの位置における「副走査断面

20 (X Z面に平行な面)内における形状」を表す。以下では、上記主走査断面内の形状： $f_m(Y)$ として、周知の非円弧形状の式、即ち、光軸における主走査断面内の近軸曲率半径： R_m 、光軸からの主走査方向の距離： Y 、円錐常数： K_m 、高次の係数： $A_{m1}, A_{m2}, A_{m3}, A_{m4}, A_{m5}, A_{m6}, \dots$ を用い、光軸方向のデプス： Z を次の多项式で表す。

$$f_m(Y) = (Y^2/R_m)/[1 + \sqrt{1 - (1+K_m)(Y/R_m)^2}] + A_{m1} \cdot Y + A_{m2} \cdot Y^2 + A_{m3} \cdot Y^3 + A_{m4} \cdot Y^4 + A_{m5} \cdot Y^5 + A_{m6} \cdot Y^6 + \dots \quad (6)$$

(6) 式で、奇数次の係数： $A_{m1}, A_{m3}, A_{m5}, \dots$ の何れかが0でないとき、非円弧形状は「主走査方向に非対称形状」となる。実施例1、2では偶数次のみを用いてお

※30 案り、主走査方向に對称である。また、上記 $f_s(Y, Z)$ は、以下のように表す。

$$f_s(Y, Z) = (Y^2/C_s)/[1 + \sqrt{1 - (1+K_s)(Y/C_s)^2}] + (F_0 + F_1 \cdot Y + F_2 \cdot Y^2 + F_3 \cdot Y^3 + F_4 \cdot Y^4 + \dots) \cdot Z + (G_0 + G_1 \cdot Y + G_2 \cdot Y^2 + G_3 \cdot Y^3 + G_4 \cdot Y^4 + \dots) \cdot Z^2 + (H_0 + H_1 \cdot Y + H_2 \cdot Y^2 + H_3 \cdot Y^3 + H_4 \cdot Y^4 + \dots) \cdot Z^3 + (I_0 + I_1 \cdot Y + I_2 \cdot Y^2 + I_3 \cdot Y^3 + I_4 \cdot Y^4 + \dots) \cdot Z^4 + (J_0 + J_1 \cdot Y + J_2 \cdot Y^2 + J_3 \cdot Y^3 + J_4 \cdot Y^4 + \dots) \cdot Z^5 + \dots \quad (7)$$

ここに、

$$C_s = (1/R_s) + B_1 \cdot Y + B_2 \cdot Y^2 + B_3 \cdot Y^3 + B_4 \cdot Y^4 + B_5 \cdot Y^5 + \dots \quad (8)$$

$$K_s = K_s + C_1 \cdot Y + C_2 \cdot Y^2 + C_3 \cdot Y^3 + C_4 \cdot Y^4 + C_5 \cdot Y^5 + \dots \quad (9)$$

であり、「 R_s 」は、光軸を含む副走査断面内における近軸曲率半径である。 Y の奇数乗係数： B_1, B_3, B_5, \dots の何れかが0以外のとき、副走査断面内の曲率が主走査方向に非対称となる。同様に、係数： $C_1, C_3, C_5, \dots, F_1, F_3, F_5, \dots, G_1, G_3, G_5, \dots$ 等、非円弧量を表す「 Y の奇数乗係数」の何れかが0以外であるとき、副走査方向の非円弧量が主走査方向に非対称となる。

実施例1

光源1は半導体レーザアレイで発光波長：780 nm、発光源数：4、発光源のピッチ： $P_1 = 15 \mu m$ であ

40 る。カップリングレンズ2は焦点距離：29.233 mmで、カップリング作用：コリメート作用であり、カップリングレンズから射出する各ビームは平行ビームとなる。アパーチュア3の開口幅は、主走査方向：9.0 mm、副走査方向：1.6 mmである。シリンドリカルレンズ4は焦点距離：58.687 mmのものである。回転多面鏡5は、偏向反射面数：5、内接円半径：20 mmのもので、回転中心と偏向起点（偏向光束の主光線が、レンズ6、7の光軸と平行になるときの、上記主光線と偏向反射面との交点位置）とは、上記光軸方向に距離： $J = 18.475 \text{ mm}$ 離れ、主走査方向には距離：

$h = 8.0 \text{ mm}$ 離れて配備される。「偏向光束の主光線がレンズ 6, 7 の光軸と平行になる状態」において、主光線と「光源側から偏向反射面に入射する光束の主光線」とがなす角（「回転多面鏡への入射角」と呼ぶ）は 60 度である。画角は、-38 度～+38 度である。

【0012】マルチビーム走査の飛び越し次数： $m = 1 *$

| 面番号 | Rm | Rs0 |
|---------|----|----------|
| 偏向反射面 | 0 | ∞ |
| レンズ L 1 | 1 | 1616.426 |
| | 2 | -146.513 |
| レンズ L 2 | 3 | 400.875 |
| | 4 | 824.882 |

| x | n |
|---------|---------|
| 72.560 | 1 |
| 35.0 | 1.52398 |
| 61.933 | 1 |
| 14.0 | 1.52398 |
| 160.556 | 1 |

1 面は「副走査断面内の曲率が主走査方向に非対称な特殊トロイダル面」であり、2 面および 3 面は「特殊トロイダル面」、4 面は「副走査断面内の形状が非円弧形で、この非円弧形状が主走査方向に非対称に変化する特殊トロイダル面」である。「特殊トロイダル面」は、副走査断面内の曲率が、主走査方向において変化するトロイダル面である。

【0013】上記 1 面～4 面に対するレンズ面形状を特定するための上記各係数の値を以下に示す。なお、以下の表記において、例えば「E+2」は「10 の 2 乗」を、例えば「E-13」は「10 の -13 乗」を表す。

1 面（偏向器側レンズの入射面）

$Rm=1616.426, K=1.9758E+2, Am4=1.2807E-8, Am6=-6.3739E-13, Am8=-9.4279E-17, Am10=5.9653E-21$
 $Rso=-50.145, B1=-1.1619E-5, B2=2.2760E-6, B3=2.7143E-9, B4=-1.5441E-10, B5=-4.2654E-13, B6=6.4174E-15, B7=9.1795E-19, B8=-1.2300E-19, B9=1.4532E-20, B10=-1.8814E-22, B11=-1.4681E-24, B12=-2.6702E-26$

2 面（偏向器側レンズの射出面）

$Rm=-146.513, K=-1.8570E-1, Am4=1.7743E-8, Am6=1.3838E-13, Am8=-4.3545E-17, Am10=7.1684E-21$

$Rso=-199.813, B2=-2.1247E-6, B4=1.8045E-11, B6=2.7156E-14, B8=6.9237E-19, B10=-2.6853E-22, B12=-5.7783E-26$

3 面（被走査面側レンズの入射面）

$Rm=400.875, K=-1.2603E+1, Am4=-7.3492E-9, Am6=-2.1056E-13, Am8=8.1727E-18, Am10=5.4093E-22, Am12=-1.0819E-26, Am14=-2.0391E-32$

$Rso=-72.026, B2=-1.9618E-7, B4=2.2296E-11, B6=-1.0216E-15, B8=1.0811E-20, B10=6.3632E-25, B12=-3.6449E-29$

4 面（被走査面側レンズの射出面）

$Rm=824.882, K=-7.107E+1, Am4=-1.3238E-8, Am6=9.6624E-14, Am8=1.8875E-17, Am10=-3.1016E-22, Am12=7.2979E-27, Am14=2.3052E-32$

$Rso=-27.588, B1=-8.5460E-7, B2=4.1615E-7, B3=-2.5226E-11, B4=-2.9599E-11, B5=2.1135E-16, B6=1.1604E-15, B7=4.3715E-22, B8=-1.0981E-21, B9=5.5597E-24, B10=-7.7846E-25, B11=-1.6169E-29, B12=3.2622E-30$

$Ks0=-3.9399E-1, C1=1.7960E-4, C2=2.4246E-6, C3=4.4377$

* で「隣接走査」である。

画素ピッチ： $P_2 = 21.2 \mu \text{m}$

第3光学系の副走査方向の横倍率： $\beta = -0.704$

第3光学系に関する上記近軸曲率半径： $Rm, Rs0$ 、光軸上の面間隔： x 、レンズ材質の屈折率： n に対するデータを以下に挙げる。

| x | n |
|---------|---------|
| 72.560 | 1 |
| 35.0 | 1.52398 |
| 61.933 | 1 |
| 14.0 | 1.52398 |
| 160.556 | 1 |

$E-8, C4=4.5838E-10, C5=-2.4380E-12, C6=-3.3957E-14, C7=4.1317E-17, C8=6.8052E-19$

$I0=2.8688E-6, I1=4.0115E-11, I2=1.6903E-11, I3=3.5723E-14, I4=-8.7422E-15, I5=1.9643E-18, I6=8.6034E-19, I7=6.1604E-23, I8=-3.3469E-23, I9=-3.6931E-28, I10=4.5355E-28$

$K0=-1.5263E-9, K1=-3.1009E-11, K2=-8.9028E-12, K3=5.0172E-14, K4=3.2408E-15, K5=-7.7026E-18, K6=-4.1043E-19, K7=5.1175E-22, K8=2.3678E-23, K9=-1.5500E-26, K10=-6.3709E-28, K11=1.7480E-31, K12=6.5028E-33$

【0014】

条件(1)のパラメータ： $P_1 / (m \cdot P_2)$ の値：

$P_1 / (m \cdot P_2) = 15 / (21.2 \times 1) = 0.704$

条件(2)の倍率： $|\beta| = 0.704$

条件(3)のパラメータ： f_2 / f_1 の値：

$f_2 / f_1 = 5.8.687 / 29.233 = 2.0$

図2に、実施例1に関する像面湾曲（実線は副走査方向、破線は主走査方向）および等速度性（実線はリニアリティ、破線は f_0 特性）を示す。図から明らかなように、実施例1は像面湾曲・等速度性とも極めて良好である。図4に、実施例1において、半導体レーザアレイの、カップリングレンズ光軸から 22.5 μm 離れた（外側の）発光源からのビームに対する深度余裕を、主走査方向(a)、副走査方向(b)につき示す。図の横軸は、光スポットの被走査面に対するデフォーカス量（ビームウエスト位置と被走査面との差）、縦軸はスポット径を表している。主・副走査方向とも十分に大きな深度余裕を有している。

【0015】実施例2

光源1は半導体レーザアレイで、発光波長：655 nm、発光源数：4 でこれら4個の発光源は副走査方向に配列されている。発光源のピッチ： $P_1 = 30 \mu \text{m}$ である。カップリングレンズ2は、焦点距離：27.000 mm で、カップリング作用：コリメート作用であり、カップリングレンズから射出する光束は平行光束となる。アパーチュア3の開口幅は、主走査方向：7.84 m m、副走査方向：2.76 mm である。シリンドリカル

レンズ4は焦点距離：85.400mmのものである。回転多面用5は、偏向反射面数：5、内接円半径：18mmのものであり、回転中心と偏向起点とは、光軸方向に距離：J=16.628mm離れ、主走査方向に距離：h=7.2mm離れて配備される。また、回転多面鏡への入射角：60度、画角：-38度～+38度である。

*

| 面番号 | Rm | Rs0 | x | n |
|-------|----|----------|----------|----------------|
| 偏向反射面 | 0 | ∞ | 72.492 | 1 |
| レンズL1 | 1 | 1617.537 | -259.916 | 35.0 1.52718 |
| | 2 | -146.526 | -80.074 | 62.911 1 |
| レンズL2 | 3 | 413.676 | -59.597 | 13.940 1.52718 |
| | 4 | 824.882 | -30.107 | 159.706 1 |

1面、2面及び3面は「副走査断面内の曲率が主走査方向に非対称に変化する特殊トロイダル面」であり、第4面は「副走査断面内の形状が非円弧形状で、この非円弧形状が主走査方向に非対称に変化する特殊トロイダル面」である。上記1面～4面に対するレンズ面形状を特定するための上記各係数の値を以下に示す。

1面（偏向器側レンズの入射面）

Rm=1617.537, K=1.8499E+2, Am4=1.2841E-8, Am6=-6.0170E-13, Am8=-8.0398E-17, Am10=5.1378E-21
Rs0=-295.916, B1=0, B2=7.4192E-7, B3=0, B4=-9.0134E-1
1, B5=0, B6=7.4572E-15, B7=0, B8=5.0851E-19, B9=0, B10=4.3322E-22, B11=0, B12=-4.6324E-26

2面（偏向器側レンズの射出面）

Rm=-146.526, K=-1.9337E-1, Am4=1.7905E-8, Am6=2.8474E-13, Am8=-3.7228E-17, Am10=5.9304E-21
Rs0=-80.074, B1=3.8163E-6, B2=-8.9442E-7, B3=-7.1778E-10, B4=1.0620E-10, B5=8.0561E-14, B6=-9.5854E-15, B7=-1.2058E-17, B8=-2.9218E-19, B9=8.5505E-22, B10=3.4008E-22, B11=2.2597E-26, B12=1.0818E-27

3面（被走査面側レンズの入射面）

Rm=413.676, K=-1.3947E+1, Am4=-6.7899E-9, Am6=-2.0465E-13, Am8=7.4657E-18, Am10=5.2824E-22, Am12=-8.1428E-27, Am14=-3.7707E-33
Rs0=-59.597, B1=2.8847E-6, B2=-1.1609E-7, B3=-1.9647E-10, B4=1.4403E-11, B5=1.1509E-14, B6=-8.9639E-16, B7=-4.6935E-19, B8=1.1227E-20, B9=1.3265E-23, B10=1.3121E-24, B11=-2.2260E-28, B12=-7.3153E-29

4面（被走査面側レンズの射出面）

Rm=824.882, K=-6.9066E+1, Am4=-1.3483E-8, Am6=8.9530E-14, Am8=1.9362E-17, Am10=-2.8403E-22, Am12=6.0443E-27, Am14=1.0767E-31
Rs0=-30.107, B1=2.5964E-7, B3=-2.2608E-11, B5=1.0492E-15, B7=-9.2108E-22, B9=-1.4922E-24, B11=2.0387E-29
Ks0=-3.7766E-1, C1=5.1394E-6, C2=-4.7466E-5, C3=-5.5410E-8, C4=3.5948E-8, C5=4.3084E-11, C6=-6.0684E-12, C7=-5.7729E-15, C8=2.3739E-16, C9=1.6716E-19, C10=1.7780E-20, C11=3.3715E-24, C12=-1.0989E-24

*マルチビーム走査の飛び越し次数：m=5で「5次飛び越し走査」である。

画素ピッチ： $P_2 = 21.2 \mu m$ 第3光学系の副走査方向の横倍率： $\beta = -1.117$

第3光学系に関する近軸曲率半径：Rm, Rs0、光軸上の面間隔：x、レンズ材質の屈折率：nに対するデータを以下に挙げる。

I0=2.1618E-6, I1=3.6416E-10, I2=9.3075E-10, I3=-3.1672E-13, I4=-4.6925E-13, I5=3.6532E-17, I6=1.0567E-16, I7=3.2030E-21, I8=-1.1714E-20, I9=-6.3093E-25, I10=6.3027E-25, I11=2.3556E-29, I12=-1.3187E-29
K0=9.1006E-9, K1=-1.3347E-11, K2=-4.8215E-11, K3=3.5535E-15, K4=2.5809E-14, K5=6.1734E-18, K6=-5.5228E-18, K7=-1.2408E-21, K8=5.4705E-22, K9=6.8910E-26, K10=-2.4762E-26, K11=-9.0920E-31, K12=4.0593E-31

【0016】

条件(1)のパラメータ： $P_1 / (m \cdot P_2)$ の値：
 $P_1 / (m \cdot P_2) = 30 / (21 \cdot 2 \times 5) = 0.283$

条件(2)の倍率： $| \beta | = 1.117$
条件(3)のパラメータ： f_2 / f_1 の値：
 $f_2 / f_1 = 8.5.4 / 27.00 = 3.16$

図3に、実施例2に関する像面湾曲および等速度性を図2に倣って示す。図3から明らかなように、実施例2は像面湾曲・等速度性とも極めて良好である。図5に、実施例2において、半導体レーザアレイの、カップリングレンズ光軸から4.5μm離れた（外側の）発光源からのビームに対する深度余裕を、主走査方向(a)、副走査方向(b)につき図4に倣って示す。実施例2においても深度余裕は十分に大きい。また、図6には実施例1の瞬接走査の様子を示し、図7には実施例2に「5次飛び越し走査」の様子を示す。B1～B4は光スポットを示す。図7において、破線は光走査されない走査線を示す。最後に、画像形成装置の実施の1形態を図8に示す。この画像形成装置は「レーザプリンタ」である。レーザプリンタ100は、感光媒体111として「円筒状に形成された光導電性の感光体」を有している。感光媒体111の周囲には、帯電手段としての帯電ローラ112、現像装置113、転写ローラ114、クリーニング装置115が配備されている。帯電手段としては周知の「コロナチャージャ」を用いることもできる。また、レーザ光束LBによるマルチビーム走査装置117が設けられ、帯電ローラ112と現像装置113との間で「マ

13

「マルチビーム走査による露光」を行なうようになっている。図8において、符号116は定着装置、符号118はカセット、符号119はレジストローラ対、符号120は給紙コロ、符号121は搬送路、符号122は排紙ローラ対、符号123はトレイ、符号Pは記録媒体としての転写紙を示している。画像形成を行うときは、光導電性の感光体である感光媒体111が時計回りに等速回転され、その表面が帶電ローラ112により均一帯電され、マルチビーム走査装置117のマルチビームLBの走査による書き込み露光を受けて静電潜像が形成される。形成された静電潜像は所謂「ネガ潜像」であって画像部が露光されている。この静電潜像は、現像装置113により反転現像され、像担持体111上にトナー画像が形成される。転写紙Pを収納したカセット118は、画像形成装置100本体に着脱可能であり、図のごとく装着された状態において、収納された転写紙Pの最上位の1枚が給紙コロ120により給紙される。給紙された転写紙Pは先端部をレジストローラ対119に衝えられる。レジストローラ対119は、像担持体111上のトナー画像が転写位置へ移動するのにタイミングを合せて、転写紙Pを転写部へ送りこむ。送りこまれた転写紙Pは、転写部においてトナー画像と重ね合わせられ、転写ローラ114の作用によりトナー画像を静電転写される。トナー画像を転写された転写紙Pは定着装置116へ送られ、定着装置116においてトナー画像を定着され、搬送路121を通り、排紙ローラ対122によりトレイ123上に排出される。トナー画像が転写された後の像担持体111の表面は、クリーニング装置115によりクリーニングされ、残留トナーや紙粉等が除去される。なお、転写紙に代えて前述のOHPシート等を用いることもでき、トナー画像の転写は、中間転写ベルト等の「中間転写媒体」を介して行なうようにすることもできる。光走査装置117として、実施例のマルチビーム走査装置を用いることにより、良好な画像形成を実行することができる。

【0017】図1に実施の形態を示したマルチビーム走査光学系および、その具体例としての実施例1、2は、マルチビーム走査光学系としては、光源側からの複数ビームを以後の光学系にカップリングする第1光学系2と、この第1光学系によりカップリングされた各ビームを、主走査方向に長く、副走査方向に互いに分離した線像に結像させる第2光学系4と、線像の結像位置近傍に偏向反射面を有し、各ビームを偏向させる光偏向器5と、この光偏向器により偏向される各ビームを被走査面8に向けて集光し、被走査面上に、副走査方向に互いに分離した光スポットを形成する第3光学系6、7とを有し、光源1における発光源の副走査方向のピッチをP₁、被走査面上における画素ピッチをP₂、飛び越し次数をm(≥ 1)とするとき、これらが条件：

$$(1) \quad 0.1 < P_1 / (m \cdot P_2) < 1.0$$

14

を満足する（請求項1）。また、第3光学系6、7の、中央像高での副走査方向の横倍率：βが、条件：

$$(2) \quad 0.5 < |\beta| < 1.5$$

を満足し（請求項2）、第1光学系2の焦点距離：f₁、第2光学系の副走査方向の焦点距離：f₂が、条件：

$$(3) \quad 1.5 < f_2 / f_1 < 5.0$$

を満足する（請求項3）。また実施例1のマルチビーム走査装置は、飛び越し次数：mが1であり（請求項4）、実施例1、2のマルチビーム走査装置とも、第1光学系2のカップリング作用が、光源側からの複数ビームを各々、平行ビーム化するコリメート作用である（請求項5）。

【0018】また、上記実施の形態は、マルチビーム走査装置としては、光源装置1からの複数ビームを、第1光学系2により以後の光学系にカップリングし、カップリングされた各ビームを第2光学系4により、主走査方向に長く、副走査方向に互いに分離した線像に結像させ、線像の結像位置近傍に偏向反射面を有する光偏向器5により各ビームを偏向させ、各偏向ビームを第3光学系6、7により、被走査面8に向けて集光し、被走査面上に、副走査方向に互いに分離した光スポットを形成し、飛び越し次数：m(≥ 1)でマルチビーム走査を行うマルチビーム走査装置であって、光源装置1からの複数ビームを、被走査面8上に導光して複数の光スポットを形成するマルチビーム走査光学系として、請求項1～5の任意の1に記載のマルチビーム走査光学系を用いることを特徴とするものである（請求項6）。また、光源装置1が半導体レーザアレイであり、第1光学系2が、半導体レーザアレイ1からの複数ビームに共通であり

（請求項7）、第1光学系2のカップリング作用がコリメート作用であり（請求項8）、第2光学系4がシリンドリカルレンズである（請求項9）。そして、上記実施の形態により、光源装置1からの複数ビームを、第1光学系2により以後の光学系にカップリングし、カップリングされた各ビームを第2光学系4により、主走査方向に長く、副走査方向に互いに分離した線像に結像させ、線像の結像位置近傍に偏向反射面を有する光偏向器5により各ビームを偏向させ、各偏向ビームを第3光学系6、7により、被走査面8に向けて集光し、被走査面上に、副走査方向に互いに分離した光スポットを形成し、飛び越し次数：m(≥ 1)でマルチビーム走査を行うマルチビーム走査方法が、請求項6～9の任意の1に記載のマルチビーム走査装置を用いて行われる（請求項10）。

【0019】また、図8に実施の形態を示す画像形成装置100は、感光媒体111の感光面に光走査装置による光走査を行なって潜像を形成し、潜像を可視化して画像を得る画像形成装置であって、感光媒体111の感光面の光走査を行なう光走査装置として、請求項6～9の任意

15

の1に記載のマルチビーム走査装置117を用いたものであり(請求項11)、感光媒体111が光導電性の感光体で、感光面の均一帯電と光走査装置の光走査により形成される静電潜像が、トナー画像として可視化される(請求項12)。

【0020】

【発明の効果】以上に説明したように、この発明によれば新規なマルチビーム走査光学系・マルチビーム走査装置・マルチビーム走査方法および画像形成装置を実現できる。この発明のマルチビーム走査光学系・マルチビーム走査装置・マルチビーム走査方法によれば、小径で良好な光スポット、光学配置のレイアウトの大きな自由度、高速走査に必要とされる良好な光利用効率の実現が可能である。またこの発明の画像形成装置は、上記マルチビーム走査装置を用いることにより、良好な画像形成が可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明のマルチビーム走査装置の実施の1形態を示す図である。

16

【図2】実施例1に関する像面湾曲と等速特性を示す図である。

【図3】実施例2に関する像面湾曲と等速特性を示す図である。

【図4】実施例1に関する深度余裕を示す図である。

【図5】実施例2に関する深度余裕を示す図である。

【図6】実施例1の隣接走査による書き込み状態を説明図的に示す図である。

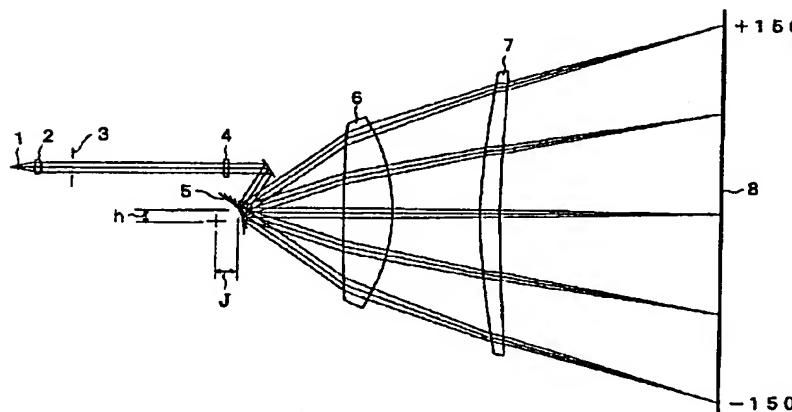
【図7】実施例2の5次飛び越し走査による書き込み状態を説明図的に示す図である。

【図8】画像形成装置の実施の1形態を示す図である。

【符号の説明】

- 1 光源(半導体レーザアレイ)
- 2 第1光学系(カップリングレンズ)
- 3 アパーチュア
- 4 第2光学系(シリンドリカルレンズ)
- 5 光偏向器(回転多面鏡)
- 6, 7 第3光学系
- 8 被走査面

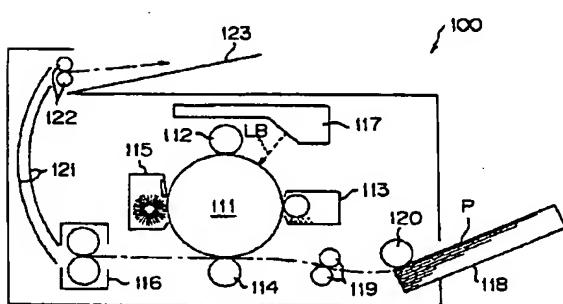
【図1】



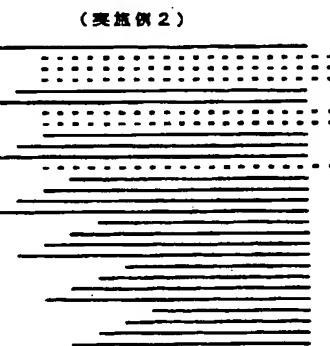
【図6】



【図8】

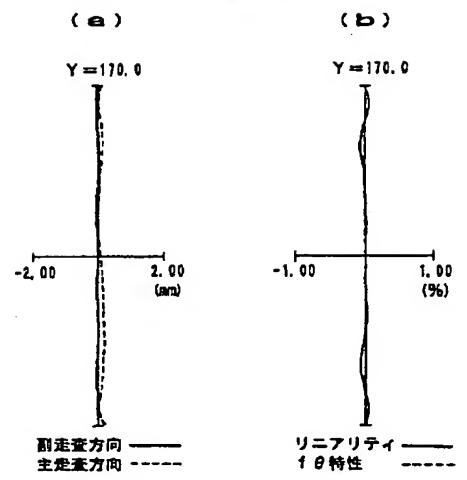


【図7】



【図2】

(実施例1)

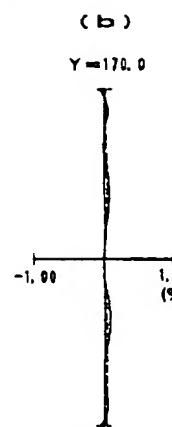
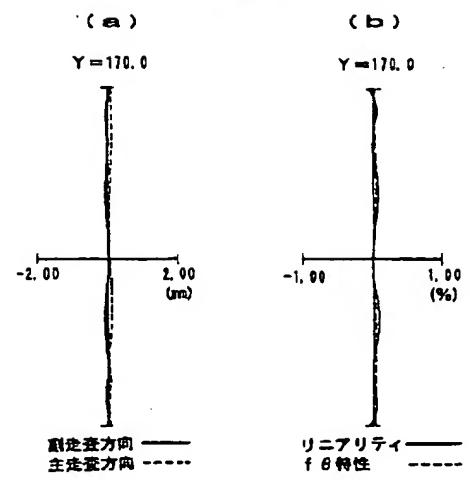


像面弯曲

リニアリティ, fθ特性

【図3】

(実施例2)



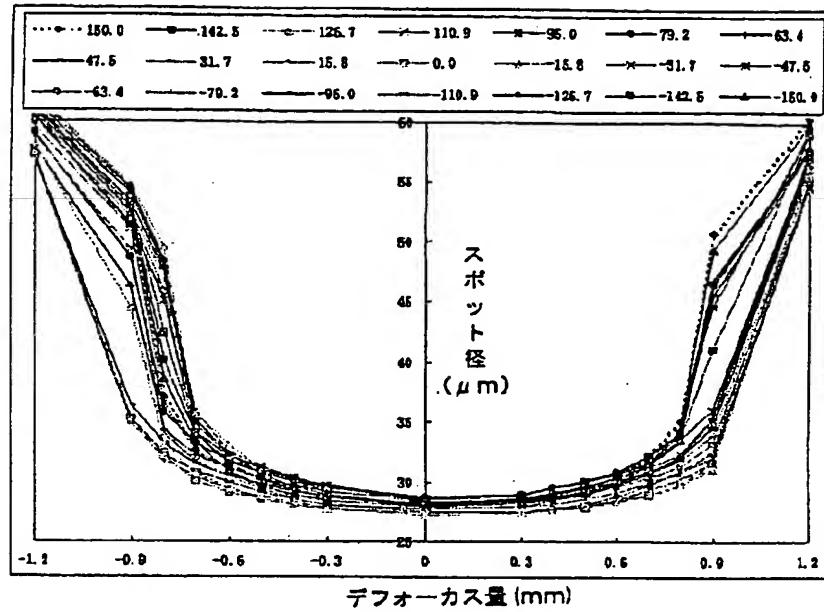
像面弯曲

リニアリティ, fθ特性

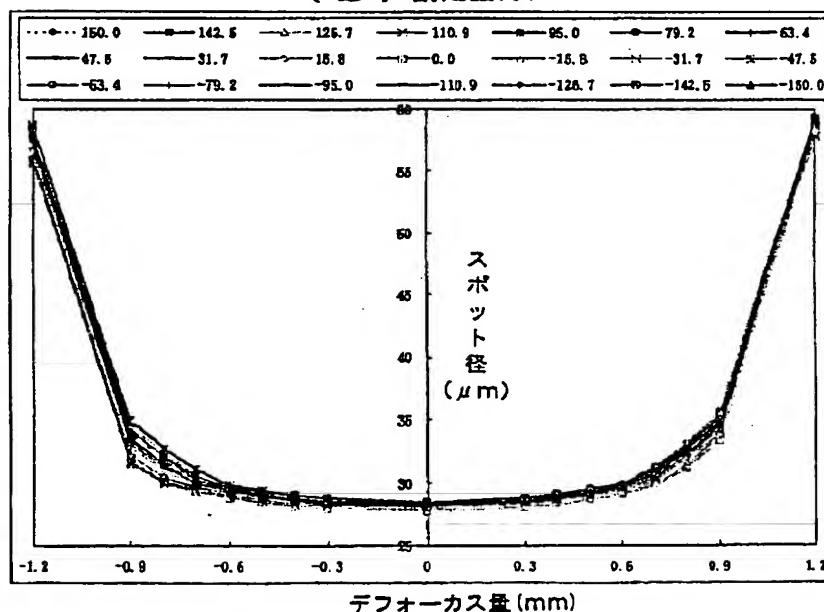
【図4】

(実施例1)

(a) 主走査方向

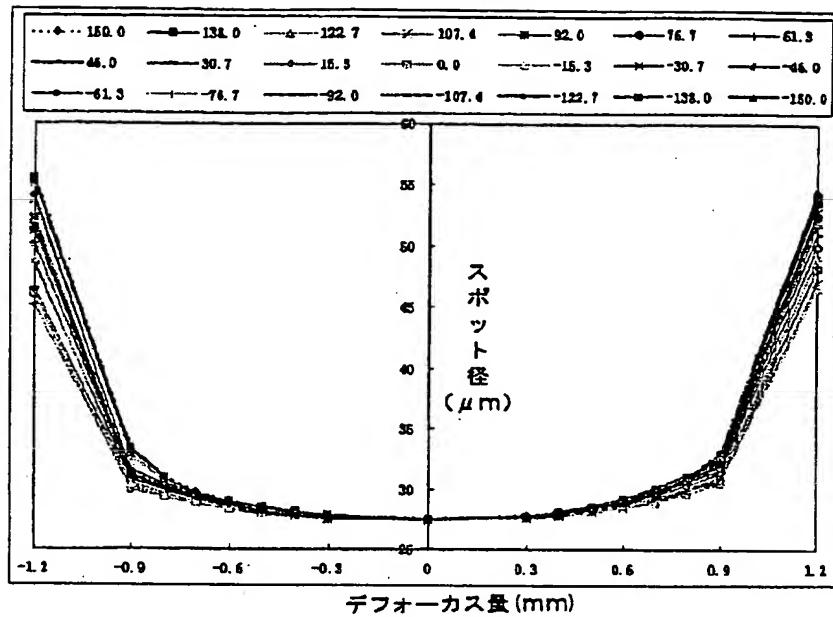


(b) 副走査方向

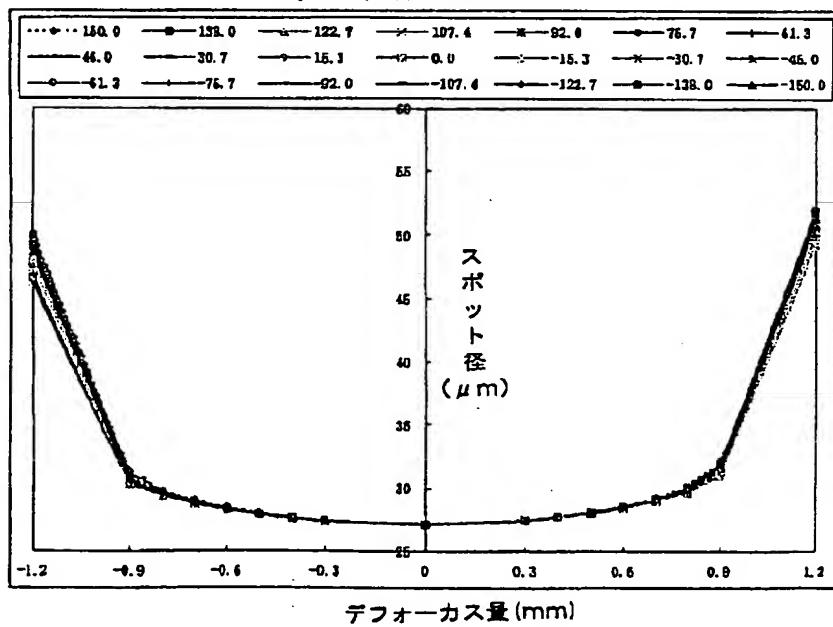


【図5】

(実施例2)
(a) 主走査方向



(b) 副走査方向



フロントページの続き

(72)発明者 酒井 浩司
東京都大田区中馬込1丁目3番6号・株式
会社リコー内
(72)発明者 青木 真金
東京都大田区中馬込1丁目3番6号・株式
会社リコー内

Fターム(参考) 2C362 AA13 AA36 AA40 BA58 BA60
BA61 BA86
2H045 AA01 BA22 BA33 CA04 CA68
2H087 KA08 LA22 PA02 PB02 QA03
QA06 QA12 QA21 QA33 QA41
RA07 RA13